



## Klasifikasi dan Deteksi Keretakan Pada Trotoar Menggunakan Metode Convolutional Neural Network

E. Setiadi<sup>1)</sup>, A. Wibowo<sup>2)</sup>

<sup>1</sup>Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Subang, <sup>2</sup>Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Subang

### Abstract

The sidewalk is a part of the highway that is specifically provided for pedestrians where the sidewalk is generally located in the road benefit area. The sidewalk itself is used for pedestrians to make it easier to walk. This is so that pedestrians do not mix with vehicles which of course can slow down the flow of traffic and can endanger the pedestrians themselves. But in reality the pavement surface has a variety of conditions including good pavement conditions and bad pavement conditions. Bad sidewalk conditions, of course, are very disturbing for users, especially pedestrians, so they are not used effectively. Therefore, sidewalk repair is the right solution so that sidewalk damage does not get worse and does not disturb sidewalk users. The first step in pavement repair is detecting damage that is on the surface. One method that can be used to detect damage to pavements is to use the latest technology, one of which is to utilize deep learning. In this study the method used is deep learning web-based CNN. The purpose of this research is to compile a training dataset that is specifically used to distinguish cracked and non-cracked sidewalks, which is then added to the test dataset from the input dataset from the web that we have created. Where this dataset input can be accessed by all groups to test the system that we made and in real time the results of the classification can be known by the person who provided the dataset input. The training dataset used is 4,000 image images where we take these images from the Kaggle catalog. As for the test dataset, we use a combined dataset consisting of external datasets taken from Kaggle and internal datasets taken independently. From the research we conducted, the test results showed that the model succeeded in distinguishing cracked and non-cracked pavement surfaces with fairly high accuracy, where the average accuracy value produced was above 96%.

**Keywords:** Road Crack Detection; CNN; Web Deep Learning

### Abstrak

Trotoar adalah bagian dari jalan raya yang khusus disediakan untuk pejalan kaki dimana trotoar pada umumnya terletak di daerah manfaat jalan. Trotoar sendiri digunakan bagi pejalan kaki untuk memudahkan ketika berjalan kaki. Hal ini agar

pejalan kaki tidak bercampur dengan kendaraan yang tentunya dapat memperlambat arus lalu lintas dan bisa membahayakan pejalan kaki itu sendiri. Namun pada kenyataannya permukaan trotoar memiliki beragam kondisi diantaranya kondisi trotoar yang baik dan kondisi trotoar yang tidak baik. Kondisi trotoar yang tidak baik, tentunya sangat mengganggu bagi para pengguna khususnya pejalan kaki sehingga tidak efektif digunakan. Oleh karena itu perbaikan trotoar merupakan solusi tepat agar kerusakan trotoar tidak semakin memburuk dan tidak mengganggu para pengguna trotoar. Langkah pertama dalam perbaikan trotoar adalah mendeteksi kerusakan yang ada di permukaan. Salah satu metode yang dapat dipakai dalam mendeteksi kerusakan pada trotoar adalah menggunakan mengoptimalkan teknologi terkini salah satunya adalah memanfaatkan deep learning. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah CNN berbasis web deep learning. Tujuan penelitian ini adalah menyusun dataset pelatihan yang secara khusus digunakan untuk membedakan trotoar yang retak dan tidak retak, yang kemudian ditambahkan dataset uji dari masukan dataset berasal dari web yang telah kami buat. Dimana masukan dataset ini dapat diakses oleh semua kalangan untuk menguji sistem yang



kami buat dan secara real time dapat diketahui hasil klasifikasi oleh orang yang memberikan masukan dataset tersebut. Adapun dataset latih yang digunakan sebanyak 4000 citra gambar dimana citra gambar ini kami ambil dari katalog kaggle. Sedangkan dataset uji, kami menggunakan dataset gabungan yang terdiri atas dataset eksternal yang diambil dari kaggle dan dataset internal diambil secara mandiri. Dari penelitian yang kami lakukan hasil pengujian menunjukkan bahwa model berhasil membedakan permukaan trotoar yang retak maupun yang tidak retak dengan akurasi yang cukup tinggi, dimana nilai akurasi rata-rata yang dihasilkan di atas 96%.

**Kata Kunci:** Deteksi Keretakan Jalan; CNN; Web Deep Learning

## 1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan dari badan jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang tentu prasarana ini diperuntukkan bagi pengguna lalu lintas. Apabila melihat dari undang-undang mengenai jalan yang berlaku, hingga saat ini menyatakan bahwa jalan merupakan suatu prasarana yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

Jalan merupakan prasarana angkutan darat yang sangat penting dalam memperlancar kegiatan hubungan perekonomian, baik antara satu kota dengan kota lainnya, maupun antara kota dengan desa serta antara satu desa dengan desa lainnya. Kondisi jalan yang baik akan memudahkan mobilitas penduduk dalam mengadakan hubungan perekonomian, kegiatan sosial dan lain-lain. Begitu pula dengan fasilitas dari jalan itu sendiri, seperti contohnya adalah trotoar. Jika kondisi trotoar tergolong baik, maka akan tercipta kenyamanan serta keamanan pengguna dalam berlalu lintas khususnya pejalan kaki.

Trotoar sendiri merupakan jalur penalan kaki yang terletak di daerah manfaat jalan, diberi lapis permukaan, diberi elevasi lebih tinggi dari permukaan perkerasan jalan, dan pada umumnya sejajar dengan jalur lalu lintas kendaraan. Fungsi utama trotoar adalah untuk memberikan pelayanan kepada pejalan kaki sehingga dapat meningkatkan kelancaran, keamanan, dan kenyamanan dari setiap pejalan kaki. Disamping itu, trotoar juga berfungsi memperlancar lalu lintas jalan raya karena tidak terganggu atau terpengaruh oleh lalu lintas penalan kaki. Ruang di bawah trotoar pun dapat digunakan sebagai ruang untuk menempatkan utilitas dan pelengkap jalan lainnya.

Karena jalan memiliki peranan yang sangat penting dalam menggerakkan roda perekonomian dan sosial masyarakat, sehingga perlu didukung oleh kondisi perkerasan lentur yang baik dan fasilitas jalan yang baik pula. Perkerasan lentur adalah struktur yang terdiri dari beberapa lapisan dengan kekerasan dan daya dukung yang berlainan. Adapun susunan untuk jenis perkerasan lentur adalah lapis permukaan (*surface course*), lapisan pondasi atas (*base course*), lapisan pondasi bawah (*subbase course*), dan tanah dasar (*subgrade*) (Sukirman, S., 1999). Menurut manual pemeliharaan jalan nomor : 03/MN/B/1983 yang dikeluarkan oleh direktorat



jenderal bina marga, kerusakan jalan dapat dibedakan atas: retak (*cracking*), distorsi (*distortion*), cacar permukaan, pengausan, kegemukan, dan penurunan pada bekas penanaman utilitas. Sedangkan untuk faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kerusakan pada jalan atau kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan hal-hal sebagai berikut, diantaranya : lalu lintas, yang dapat berupa peningkatan beban, dan repetisi beban; air, yang dapat berasal dari air hujan, sistem drainase jalan yang tidak baik, naiknya air akibat sifat kapilaritas; material konstruksi perkerasan. Dalam hal ini dapat disebabkan oleh sifat material itu sendiri atau dapat pula disebabkan oleh sistem pengolahan bahan yang tidak baik; iklim, di Indonesia adalah iklim tropis dimana suhu udara dan curah hujan umumnya tinggi, dimana hal ini merupakan salah satu penyebab kerusakan jalan; kondisi tanah dasar yang tidak stabil. Kemungkinan disebabkan oleh sistem pelaksanaan yang kurang baik, atau dapat juga disebabkan oleh sifat tanah dasarnya yang memang jelek; proses pemadatan lapisan di atas tanah dasar yang kurang baik.

Permukaan jalan memburuk akibat kurangnya pemeliharaan dan air yang tergenang tidak dapat mengalir karena kurangnya sistem drainase yang memadai. Di samping itu, seiring dengan perkembangan urban dari suatu kota semakin pesat, jumlah penduduk juga semakin padat, tentunya sangat berpengaruh pada keberadaan trotoar jalan. Beberapa solusi untuk mengatasi dan mengurangi kerusakan jalan salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah dengan perkerasan lentur yang baik, harus mempunyai kualitas dan ketebalan dimana tidak akan rusak akibat beban kendaraan. Di samping itu, perkerasan harus mempunyai ketahanan terhadap pengikisan akibat lalu lintas, perubahan cuaca dan pengaruh buruk lainnya (Soehardi, F., et al. 2017).

Perhatian, pemeliharaan dari pemerintah dalam mengelola dan memperbaiki kondisi trotoar yang rusak wajib dilakukan. Sehingga fungsi dari keberadaan trotoar dapat dimanfaatkan dengan baik. Adapun tahapan yang bisa dilakukan dalam pemeliharaan seperti yang dimaksud, tahapan awal adalah dengan mengidentifikasi kerusakan pada suatu jalan, sehingga dapat menentukan tindakan apa yang perlu dilakukan. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi kondisi kerusakan jalan dapat dilakukan secara manual dan otomatis. Metode manual dilakukan dengan menyusuri jalan, mengambil gambar kerusakan jalan dengan kamera, mengukur area kerusakan, menentukan tingkat kerusakan sesuai dengan jenis kerusakan jalan, lalu menghitung dan menuliskannya dalam bentuk laporan. Metode ini sangatlah menyita waktu, tenaga dan biaya. Terlebih petugas harus menyusuri lalu lintas, hal tersebut tentunya dapat membahayakan petugas. Metode ini juga rawan subjektivitas, sehingga dapat memberikan akurasi yang rendah tentang kerusakan jalan (Departemen Pekerjaan Umum, 1995).

Sedangkan pengidentifikasian secara otomatis dilakukan dengan bantuan alat yang dapat mengambil citra kondisi jalan dan secara otomatis membedakan atau mengklasifikasikan jenis kerusakan jalan, letak kerusakan jalan dalam citra serta menghitung tingkat kerusakan jalan sesuai dengan jenis kerusakan jalan. Cara ini lebih efektif, obyektif dan aman dalam upaya pemeliharaan jalan. Pengidentifikasian



ini untuk lebih jauh juga dapat digunakan sebagai acuan dalam memberikan tindakan yang tepat untuk pemeliharaan jalan.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi dari kondisi suatu jalan khususnya trotoar melalui klasifikasi kerusakan jalan berupa keretakan yang ada pada trotoar, sehingga dapat diketahui apakah pemeliharaan berfungsi secara baik atau tidak, serta dari penelitian ini diharapkan mampu membuat suatu sistem yang digunakan untuk mengklasifikasikan keretakan jalan yang disertai nilai akurasi berdasarkan hasil pelatihan uji data test maupun uji validasi menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN).

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan pengantar teori sebagai landasan untuk penelitian. Seperti pengertian dan jenis kerusakan jalan, metode *Convolutional Neural Network* (CNN). Yang masing-masing diantaranya adalah:

### 2.1 jenis kerusakan jalan

Secara garis besar kerusakan jalan dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu kerusakan structural dan fungsional. Kerusakan structural yaitu kerusakan yang mencakup kegagalan perkerasan atau kerusakan dari satu atau lebih komponen perkerasan. Kerusakan jenis ini mengakibatkan perkerasan tidak dapat lagi menahan beban lalu lintas. Sedangkan kerusakan fungsional yaitu kerusakan yang mengakibatkan keamanan dan kenyamanan pengguna jalan terganggu (Sulaksono, 2001). Di bawah ini merupakan beberapa jenis-jenis kerusakan jalan (Shanin, 1994) diantaranya:

#### a. Retak kulit buaya (*Alligator Cracking*)

Retak jenis ini berbentuk sebuah jarring-jaring yang menyerupai kulit buaya, dengan lebar jarring lebih besar atau sama dengan 3 mm. retak jenis ini disebabkan oleh beban lalu lintas yang terlalu berat dan terus menerus. Beberapa kemungkinan penyebab dalam pembangunana adalah bahan perkerasan/kualitas material kurang baik sehingga menyebabkan jalan menjadi rapuh dan terjadi pelapukan aspal. Gambar 1 adalah contoh dari retak kulit buaya.



Gambar 1 : *Alligator Cracking*



b. Keriting (*Corrugation*)

Bentuk kerusakan ini berupa gelombang pada permukaan jalan yang arahnya melintang jalan. Kerusakan jenis ini terjadi akibat pengereman kendaraan. Salah satu penyebabnya yaitu stabilitas lapis permukaan yang rendah, terlalu banyak menggunakan agregat halus dan pondasi yang bergelombang. Gambar 2 adalah contoh dari kerusakan jalan jenis keriting.



Gambar 2 : *Corrugation*

c. Amblas (*Depression*)

Bentuk kerusakan jenis ini berupa turunnya permukaan lapisan pada lokasi tertentu dengan atau tanpa retak. Umumnya, kedalaman amblas lebih dari 2 cm dan akan menampung atau meresap air. Penyebabnya adalah beban/berat kendaraan yang berlebihan, sehingga struktur bagian bawah tidak mampu menaham beban, penurunan bagian perkerasan dikarenakan oleh turunnya tanah dasar, dan pelaksanaan pemadatan yang kurang baik (Pramestya, R. H., 2018). Adapun contoh dari jalan yang amblas dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 : *Depression*

d. Lubang (*Potholes*)

Kerusakan jenis ini berbentuk seperti mangkok dan dapat menampung dan meresap air pada bahu jalan. Kerusakan ini terkadang terjadi dekat retakan, atau di



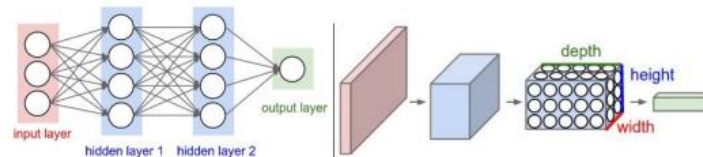
daerah yang sering tergenang oleh air. Kemungkinan penyebabnya adalah seperti kadar aspal rendah, sehingga agregatnya mudah terlepas atau lapis permukaannya tipis, pelapukan aspal, dan suhu campuran tidak memenuhi syarat. Gambar 4 adalah contoh kerusakan jenis lubang.



Gambar 3 : *Potholes*

## 2.2 *Convolutional Neural Network (CNN)*

Metode CNN merupakan pengembangan dari metode *multilayer perceptron* (MLP) yang didesain untuk mengolah data dua dimensi. Seperti yang terlihat pada gambar 5, cara kerja CNN memiliki kesamaan pada MLP, namun dalam CNN setiap neuron dipresentasikan dalam bentuk tiga dimensi, tidak seperti MLP yang setiap neuron hanya berukuran satu dimensi. (Putra, 2016).

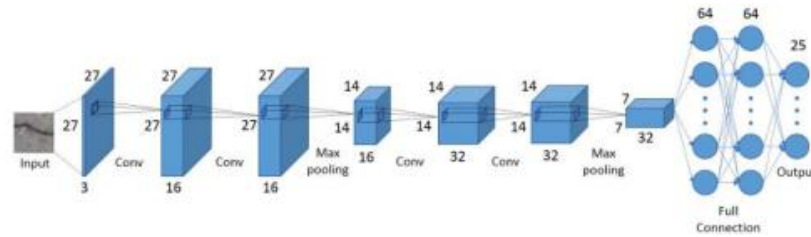


Gambar 5 : Dimensi MLP (kiri) dan CNN

Terdapat beberapa arsitektur CNN yang umum digunakan. Arsitektur tersebut yaitu LeNet, AlexNet, ZF Net, GoogLeNet, VGGNet, dan ResNet. Dapat dilihat pada contoh arsitektur CNN pada gambar 6. CNN terdiri dari tiga jenis layer, yaitu *Convolutional layer* (Conv), *pooling layer* (Max pooling) dan *fully-connected layer* (Full Connection). Tumpukan lapisan tersebut membentuk arsitektur dari CNN.

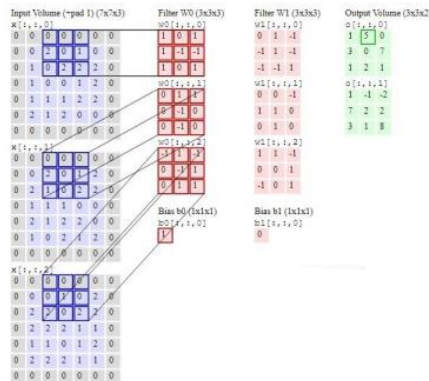
Fungsi dasar dari CNN di atas dapat dipecah menjadi empat bidang utama, yaitu (O'shea dan Nash, 2015):

- Input layer. Layer yang akan menyimpan nilai piksel dari citra masukan. Pada gambar 6, ukuran dari data input yaitu  $27 \times 27 \times 3$ , artinya  $27 \times 27$  merupakan ukuran piksel citra dan 3 merupakan banyak channel citra, yaitu Red, Green, dan Blue.



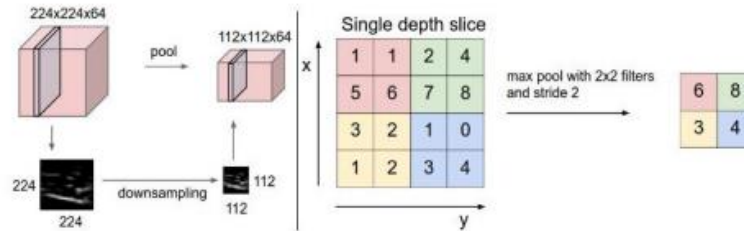
Gambar 6 : Contoh Arsitektur CNN

- b. *Convolutional layer*. Layer ini akan menentukan keluaran neuron yang terhubung ke input layer melalui perhitungan scalar produk antara bobot dan daerah yang terhubung dengan input. Ilustrasi dari proses dalam convolutional layer dapat dilihat pada gambar 7. pada ilustrasi tersebut digunakan 1 *zero padding*, yaitu penambahan 1 baris nilai nol disepanjang garis batas input. Dalam proses konvolusi juga digunakan rectified linier unit (biasa disingkat menjadi 'Relu') bertujuan untuk menerapkan fungsi aktivasi 'elementwise' seperti sigmoid ke output dari aktivasi yang dihasilkan oleh lapisan sebelumnya (Zhang, L., et al.,2016).



Gambar 6 : Proses konvolusi

- c. *Pooling layer*. Layer ini akan melakukan downsampling di sepanjang dimensi spasial dari input yang diberikan, selanjutnya mengurangi jumlah parameter dalam aktivasi tersebut. Pooling layer mengoperasikan peta aktivasi ke seluruh input, dan menggunakan fungsi "MAX". di sebagian besar CNN, max-pooling layer menggunakan kernel dengan dimensi 2x2 dengan stride 2 di sepanjang dimensi spasial input, artinya berpindah sebanyak 2 langkah dalam pergerakan kernelnya. Hal ini mengakibatkan ukuran input turun sampai 25% dari ukuran aslinya. Ilustrai dari proses ini disajikan pada gambar 7. Pada ilustrai tersebut digunakan kernel dengan dimensi 2x2 dengan stride 1.

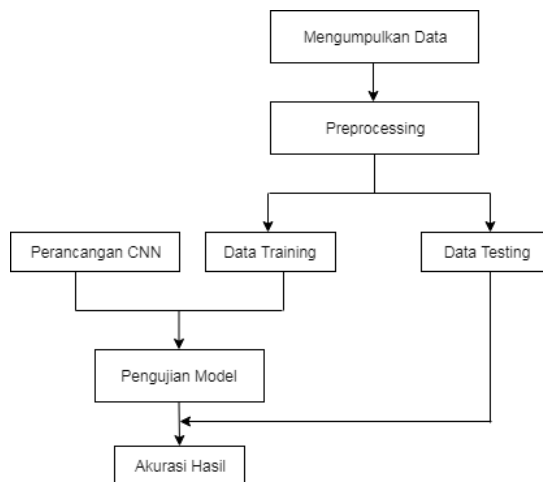


Gambar 7 : Proses konvolusi

- d. *Fully-connected layer*. Layer ini akan melakukan tugas yang sama dengan jaringan syaraf standard an berusaha menghasilkan nilai kelas dari aktivasi, yang digunakan untuk klasifikasi. Lapisan ini sejalan dengan cara neuron yang diatur dalam JST.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini pengklasifikasian kondisi retak jalan dilakukan dengan menggunakan metode *Convolutional Neural Network*. Proses perancangan dan implementasi terdiri atas beberapa tahap. Tahapan penelitian disajikan pada gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8 : Proses konvolusi

Pada Gambar 9 pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan data citra yang akan digunakan pada proses pelatihan dan pengujian model arsitektur Convolutional Neural Network. Pada tahap preprocessing dilakukan untuk mempersiapkan data agar dapat digunakan pada tahap selanjutnya. Setelah data diproses, tahapan berikutnya adalah membangun arsitektur model Convolutional Neural Network (CNN). Model ini akan digunakan untuk mengetahui tingkat akurasi dari transportasi darat. Selanjutnya adalah tahap pelatihan model yang sudah dirancang menggunakan data yang telah diolah.



#### a. Pengumpulan data

Input data yang digunakan dalam jaringan ini berupa sampel gambar dari dua jenis gambar kondisi permukaan jalan trotoar berupa retak dan non-retak yang mana gambar ini diambil dari katalog kaggle. Banyaknya citra yang diambil sebanyak 24.334 gambar. mengingat data relative besar dan jumlah data yang tidak seimbang, maka kami melakukan preprocessing awal dengan mengurangi jumlah gambar yang akan diolah, dan menyeimbangkan jumlah data gambar baik data gambar citra permukaan yang retak maupun yang non-retak. Adapun banyaknya citra yang kami gunakan pada masing-masing data yang digunakan dalam proses ini adalah 80% untuk data latih, 20% untuk data tes dan mengambil sampel untuk data prediksi. Adapun selengkapnya dapat di lihat pada tabel di bawah ini.

Jenis permukaan jalan	Data awal	Jumlah data latih	Jumlah data uji	Data prediksi
Cracked	2608	1600	400	25
Non-Cracked	21726	1600	400	

Tabel 1 Pembagian Data Penelitian

Pengenalan menggunakan metode CNN yaitu mengklasifikasikan gambar yang dimulai dengan cara melakukan pelatihan. Proses. Pelatihan dilakukan agar model yang dibuat dapat mengenali objek yang diinginkan. Pembagian data latih dan data uji yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan tabel 1, data yang digunakan sebanyak 4000 data citra yang terdiri dari citra pada permukaan jalan untuk data citra cracked dan non-cracked. Data latih yang digunakan terdiri dari 1600 citra permukaan cracked, 1600 citra non-cracked sedangkan data uji 20% dari data keseluruhan dengan rincian 400 citra permukaan cracked dan 400 citra non-cracked. Kemudian untuk data prediksinya sebanyak 25 citra campuran baik data cracked maupun non-cracked.

#### b. Preprocessing data

Preprocessing citra dengan mengubah ukuran citra jalan retak dan non-retak menjadi ukuran yang sama dan merubah citra dari gambar RGB menjadi citra *Canny Edge Image*. Langkah selanjutnya dilakukan pembagian data yang telah dikumpulkan menjadi dua, yaitu data latih (training) dan data uji (testing). Dan dilanjutkan proses pelabelan pada masing-masing data citra gambar permukaan retak maupun non-retak. Dimana hasil pelabelan ini dilakukan dengan menggunakan angka 0, dan 1. Angka 0 untuk label citra retak, dan angka 1 untuk label citra non-retak

#### c. Perancangan CNN

Perancangan CNN merupakan tahapan dalam menyusun sebuah model yang digunakan untuk melatih data dalam mengenali objek yang diinginkan. Model yang disusun terdiri dari jumlah layer yang digunakan, penentuan filter, penentuan ukuran kernel, dan penentuan fungsi aktivasi dan ukuran pooling



#### d. Pelatihan model

Setelah dilakukan perancangan model CNN, tahapan selanjutnya adalah melakukan pelatihan model dengan menggunakan data latih yang telah dikumpulkan sebelumnya. Selanjutnya pada proses pengujian model digunakan epoch (iterasi) untuk menentukan berapa kali jaringan akan melakukan pelatihan. Pada tahap ini terdapat fungsi loss yang digunakan untuk melihat performa dari model CNN.

#### e. Pengujian model

Tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian model pada data uji. Tahapan ini dilakukan untuk menguji tingkat akurasi dari model Convolutional neural network (CNN). Tingkat akurasi ini menunjukkan tingkat kebenaran dari pengklasifikasian jenis retakan permukaan jalan ataupun non-retakan. Tingkat akurasi yang tinggi menunjukkan bahwa model dapat melakukan pengklasifikasian kedua jenis tipe permukaan jalan dengan baik.

### 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

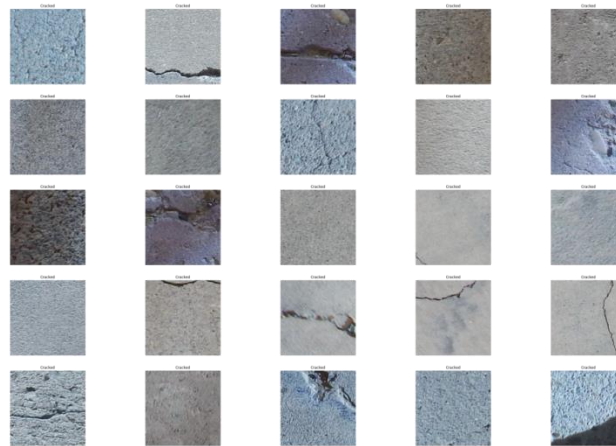
Pada bab ini, akan kami jelaskan urutan dalam tahapan analisis serta pembahasan yang secara garis besar kami golongkan menjadi 2 tahapan. Diantaranya adalah:

#### a. Hasil *Preprocessing Data*

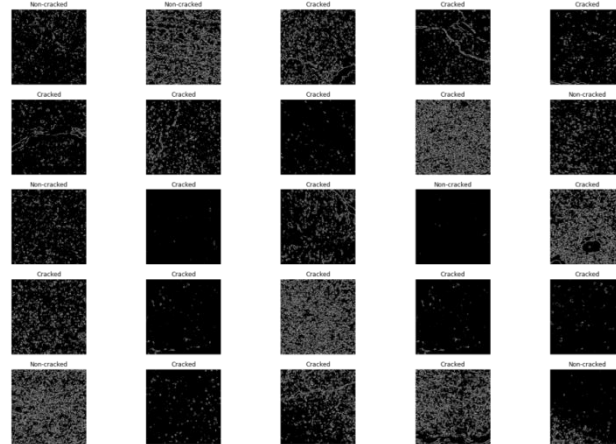
Setelah data terkumpul, tahapan selanjutnya yaitu memasukkan data dan membuat sistem untuk pengenalan tipe permukaan jalan. Pengenalan tipe permukaan dilakukan dengan menggunakan metode deep learning yaitu metode convolutional neural network (CNN). Dengan data yang digunakan berupa data citra.

Dalam penelitian ini, langkah yang dilakukan sebelum memasukkan data yaitu melakukan instalasi package yang nantinya akan digunakan dalam pengolahan data. Package yang diinstalasi yaitu package Tensorflow, package Keras dan package EImage.

Setelah dilakukan instalasi package langkah berikutnya adalah merubah kualitas dan ukuran gambar dari gambar RGB menjadi gambar *Canny Edge Image*. Adapun contoh gambar sebelum dikonversi maupun sudah dikonversi menjadi *Canny Edge Image*, dapat dilihat pada gambar 9 dan 10 dibawah ini.



Gambar 9 : Hasil Preprocessing gambar *RGB*.



Gambar 10 : Hasil Preprocessing gambar *Canny Edge Image*.

## b. Pembuatan Model

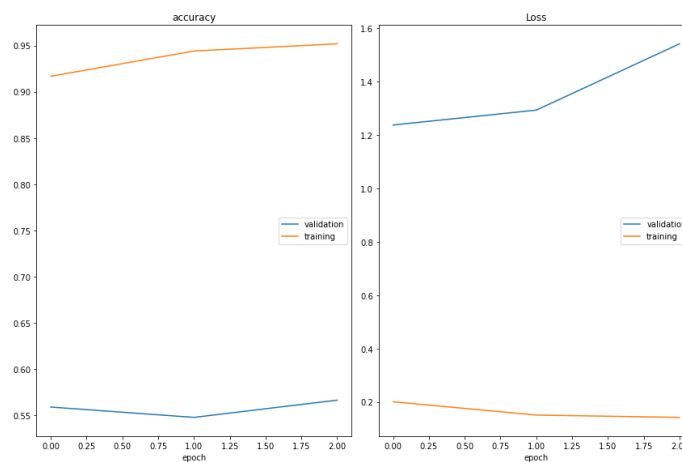
Secara umum proses yang dilakukan ketika pembuatan model akan terdiri dari proses konvolusi yang disertai fungsi aktivasi dan proses *pooling*. Banyaknya proses ini disesuaikan dengan kebutuhan peneliti. Model dibuat dengan memuat beberapa jenis lapisan yang berbeda, antara lain lapisan konvolusi (*layer\_conv\_2d*), lapisan pooling, lapisan dropout, lapisan flatten dan lapisan dense. Proses konvolusi ini dilakukan sebanyak 4 kali ditunjukkan oleh banyaknya convolution layer yang digunakan. Pada umumnya 2 sampai 3 lapisan cukup untuk mendapatkan model klasifikasi yang memiliki akurasi tinggi. Pada penelitian ini digunakan banyak lapisan untuk melatih model dan melihat bagaimana kinerja model tersebut.

Fungsi aktivasi yang kami gunakan pada penelitian ini adalah ReLu (Rectified Linier Unit) yang digunakan tahap pelatihan menjadi lebih cepat. Ukuran kernel yang digunakan untuk setiap lapisan konvolusi sebesar  $3 \times 3$ . Pada proses pooling digunakan metode maxpooling dengan ukuran filter  $2 \times 2$  sehingga nilai maksimum pada area  $2 \times 2$  piksel tersebut yang akan dipilih pada setiap pergeseran.



Jumlah filter yang digunakan dalam convolution layer yang pertama dan kedua adalah 32. Filter yang digunakan pada convolution layer ketiga dan keempat adalah 64. Penggunaan jumlah filter yang lebih banyak pada dua lapisan konvolusi terakhir disebabkan oleh ukuran input pada kedua lapisan tersebut lebih kecil sehingga dibutuhkan lebih banyak filter untuk mengesktrak informasi citra.

Tahapan selanjutnya yaitu melakukan pelatihan data citra jenis permukaan pada trotoar ke dalam model dengan fit model. Pada saat melakukan fit model digunakan  $epoch = 4$ ,  $batch\_size = 32$  dan  $validation\_split = 0,2$ . Epoch digunakan untuk menentukan berapa kali jaringan akan melihat seluruh kumpulan data. Nilai  $batch\_size$  menunjukkan jumlah contoh pelatihan dalam satu forward/backward pass. Semakin tinggi nilai  $batch\_size$  maka akan semakin banyak memori yang dibutuhkan. Hasil  $loss$  dan  $accuracy$  model yang terbentuk dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11 : Grafik hasil iterasi nilai  $loss$  dan akurasi

Dari gambar 11 dapat dilihat bahwa pada iterasi ke 4 nilai  $loss$  yang dihasilkan pada data latih yaitu 0.142 dan akurasi pada data latih yaitu 0.952. selanjutnya, pengujian model pada data uji memperoleh hasil  $loss$  yaitu 0,1542 (15%) dengan akurasi sebesar 0.566.

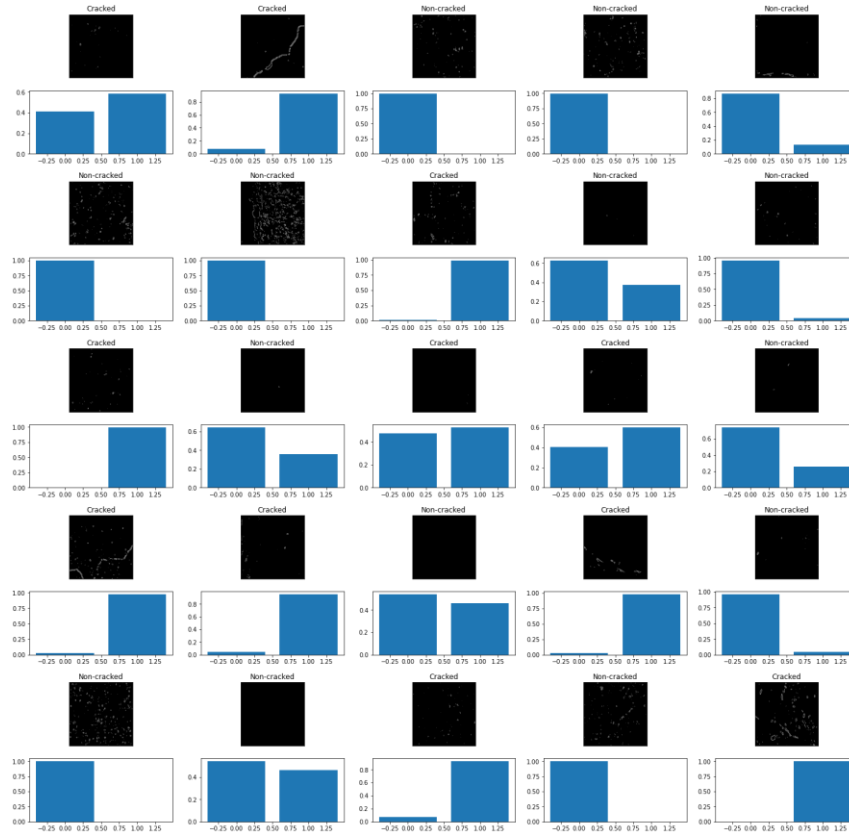
Berdasarkan hasil pengujian diperoleh informasi bahwa model yang dibuat mampu mengklasifikasikan jenis keretakan pada jalan dengan baik. Pergerakan  $loss$  yang mendekati nilai nol atau kurang dari satu dan akurasi yang terus meningkat menunjukkan hasil yang baik seiring dengan berjalannya epoch. Kondisi berhentinya proses pelatihan ditentukan dari banyaknya epoch yang digunakan, dalam hal ini yaitu sebanyak 4 epoch. Proses pembelajaran tersebut akan berhenti jika sudah memenuhi kondisi tersebut.

## 5. UJI COBA DAN EVALUASI

Hasil klasifikasi yang didapatkan dari data latih dan data uji ditunjukkan pada gambar 12 yang menunjukkan hasil prediksi pada citra jenis permukaan yang berhasil



diklasifikasi adalah semua citra permukaan trotoar yaitu sebanyak 25 gambar. Citra yang berhasil diklasifikasi dengan baik yaitu 13 gambar dari 25 inputan. Adapun lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 12 : nilai akurasi dari setiap gambar pada data prediksi

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian klasifikasi dan prediksi keretakan pada permukaan jalan trotoar dengan metode convolutional neural network (CNN) telah berhasil dilakukan dengan tingkat akurasi sebesar 96,26%. Model CNN yang digunakan terdiri dari empat lapisan konvolusi dengan ukuran filter 3x3, fungsi aktivasi yang digunakan yaitu reLu, dan 2 pooling layer dengan ukuran 2x2. Citra yang digunakan untuk penelitian ini yaitu sebanyak 4000 citra. Berdasarkan hasil pelatihan diperoleh tingkat akurasi dari model CNN yaitu sebesar 0,9626 dengan loss 0,1134.

Karena kami menggunakan google colabs versi free sebagai editor proses CNN memang terdapat kendala seperti keterbatasan memori yang disediakan, dan kecepatan proses runningnya. Maka kami menyarankan supaya menghasilkan akurasi yang tinggi dan menurunkan nilai loss dapat melakukan beberapa hal seperti menggunakan unit internal selama proses CNN, agar mampu menambahkan data citra,



menambahkan lapisan konvolusi dan menambahkan fungsi optimasi dengan baik. Selain itu, pada penelitian lebih lanjut dapat digunakan metode deep learning lainnya sehingga diperoleh akurasi klasifikasi dan deteksi yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Sukirman, S., 1999. “*Perkerasan Lentur Jalan Raya*”, Penerbit Nova, Bandung.  
Manual Pemeliharaan Jalan No. 03/mn/b/1983, Jilid 1a Perawatan Jalan.
- Shahin, M. Y. (1994), *Pavement management for airports, roads, and parking lots*.
- Sulaksono, S., 2001, *Rekayasa Jalan*, ITB, Bandung.
- R. H. Pramestya, D. R. Sulistyaningrum, B. Setiyono, I. Mukhlash and Z. Firdaus, "Road Defect Classification Using Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) and Radial Basis Function (RBF)," *2018 10th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)*, Bali, Indonesia, 2018, pp. 285-289, doi: 10.1109/ICITEED.2018.8534769.
- Putra, W. S. E. (2016), ‘Klasifikasi citra menggunakan convolutional neural network (cnn) pada caltech 101’, *Jurnal Teknik ITS* 5(1).
- O’Shea, K. dan Nash, R. (2015), ‘An introduction to convolutional neural networks’, arXiv preprint arXiv:1511.08458.
- F. Soehardi, T. Setiawan, and W. Winayati, “IDENTIFIKASI JENIS-JENIS KERUSAKAN JALAN (PERKERASAN LENTUR) STUDI KASUS JALAN LINTAS TALUK KUANTAN – BATAS PROVINSI SUMATERA BARAT,” *Racic : Rab Construction Research*, vol. 6, no. 1, pp. 69–77, Jun. 2021, doi: 10.36341/racic.v6i1.1577.
- Hadinata, P. N., Simanta, D., Eddy, L., “Deep Convolutional Neural Network untuk Mendeteksi Retak pada Permukaan Beton yang Memiliki Void” . *Journal of Sustainable Construction* Vol. 1, No. 1, Oktober 2021, 45-55.
- Fajar, A., et al. “Identifikasi Kerusakan Jalan dengan Metode Faster RCNN Studi Kasus di Jalan Pakansari Bogor Jawa barat” *Smart Comp* Vol. 11 No. 2, April 2022.
- Departemen-Pekerjaan-Umum (1995), *Manual Pemeliharaan Rutin untuk Jalan Nasional dan Jalan Provinsi, Jilid II:Metode Perbaikan Standar*, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Direktorat Bina Teknik.
- Zhang, L., Yang, F., Zhang, Y. D. dan Zhu, Y. J. (2016), Road crack detection using deep convolutional neural network, in ‘Image Processing (ICIP), 2016 IEEE International Conference on’, IEEE, pp. 3708–3712.
- Anthony, W., Ginting, J. M., & Wibowo, P. H. (2022). Penilaian Simpang Tak Bersinyal Bundaran Jalan Duyung dan Jalan Raja Ali Haji Kota Batam



Menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). *Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Sipil (JURMATEKS)*, 5(1), 119-133.

Anisarida, A. A., Prabowo, S., & Seran, E. N. B. (2023). METODE MEKANISTIK-EMPIRIS UNTUK MENGEVALUASI TEBAL PERKERASAN LENTUR MENGGUNAKAN PROGRAM (STUDI KASUS: JALAN CIBADAK-CIKIDANG-PELABUHAN RATU). *JURNAL TEKNIK SIPIL CENDEKIA (JTSC)*, 4(1), 557-570.

Hernawan, H., & Anisarida, A. A. (2022). ANALISIS FAKTOR PENYEBAB KECELAKAAN RUAS JALAN LIMBANGAN MALANGBONG KABUPATEN GARUT. *JURNAL TEKNIK SIPIL CENDEKIA (JTSC)*, 3(2), 353-358.